Über die Embryonen pharmakognostisch wichtiger Samen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

vorgelegt von

Martin Ruben
aus Strelno (Prov. Posen).

Halle (Saale).
Druck von Heinrich John
1918.

Referent: Professor Dr. K a r s t e n.

Tag der mündlichen Prüfung: 8. Juni 1918.

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit
gewidmet.

Inhalt.

Seite

I. **Einleitung** 7
II. **Spezieller Teil** 10
A. Die Keimlinge der Dikotyledonen 10
1. Piper nigrum, L. — Piperinae 10
2. Illicium verum, H. — Polycarpicae 10
3. Laurus nobilis, L. — Polycarpicae 11
4. Papaver somniferum, L. — Rhoeadinae 12
5. Linum usitatissimum, L. — Gruinales 14
6. Cydonia vulgaris Pers. — Rosiflorae 16
7. Prunus amygdalus, St. — Rosiflorae 18
8. Physostigma venenosum, B. — Leguminosae . 21
9. Terminalia Chebula, R. — Myrtiflorae 23
10. Jambosa caryophyllus, N. — Myrtiflorae . . . 24
11. Pimenta officinalis, B. — Myrtiflorae 25
12. Foeniculum capillaceum, G. — Umbelliflorae . 27
13. Strychnos nux vomica, L. — Contortae . . . 29
B. Die Keimlinge der Monokotyledonen 33
1. Schoenocaulon officinale, Sch. — Liliiflorae . . 33
2. Colchicum autumnale, L. — Liliiflorae 37
3. Areca Catechu, L. — Spadiciflorae 38

Einleitung.

Die pharmakognostische Literatur befaßt sich hauptsächlich nur mit denjenigen Keimlingen der Samen eingehend, deren Kotyledonen einen wesentlichen Bestandteil des Samens bilden, daher zur Erkennung der Droge notwendig sind, oder auch mit solchen, deren Keimungsgeschichte besonderes Interesse hat (z. B. Semen Myristicae — Fruct. Cardamom.). Im übrigen begnügt sich die in Frage kommende Literatur damit, die Lage der Embryonen zu skizzieren, ohne auf morphologische oder anatomische Merkmale näher einzugehen.

Die vorliegende Arbeit erstreckt sich auf das Studium der Embryonen der meisten officinellen Samen und auch solcher, die augenblicklich nicht officinell sind, jedoch pharmakognostisches Interesse haben. (Anthophylli, Fruct. Ammomi, Fruct. Lauri, Fruct. Myrobalani, Sem. Calabar und Piper).

Zu meinen Untersuchungen benutzte ich fast ausschließlich die im Drogenhandel befindlichen Samen- und Fruchtdrogen, da ich ja in erster Linie die Aufgabe hatte, die morphologischen und anatomischen Verhältnisse des Keimlings, wie er in der Droge vorliegt, festzustellen. Um die Keimfähigkeit dieser Samen zu prüfen, unternahm ich mit allen Samen Keimungsversuche, die jedoch nur bei den Samen von Schoenocaulon officinale, Schlechtendal, Linum usitatissimum, L., Papaver somniferum, L. und Prunus amygdalus, Stokes von Erfolg waren. Daher schilderte ich nur bei diesen, anschließend an die Beschreibung des Keimlings in der Samendroge, den Keimungsvorgang in kurzen Umrissen. Besonderes Interesse hatte für mich die Keimungsgeschichte der Samen von Schoenocaulon officinale, da sie mir

die Deutung der einzelnen Organe des Keimlings in der Samendroge erleichterte.

Um die meist sehr spröden Keimlinge der Droge leichter aus dem umgebenden Gewebe befreien zu können, empfiehlt es sich, die Samen einige Stunden in warmem Wasser aufquellen zu lassen. Die bei der Betrachtung störenden Inhaltsstoffe, wie fette Öle, Eiweiß, Stärke und Kristalle, versuchte ich zunächst zu entfernen, um die Differenzierungen der Keimlinge besser sichtbar zu machen. Zu diesem Zwecke behandelte ich die Präparate mit einer Reihe von Reagentien; und zwar wandte ich diese hintereinander an, jeweilig von einem Wasserbade unterbrochen, um eine Wechselwirkung der Chemikalien zu verhüten. Zur Entfettung benutzte ich ein Gemisch von Äther-Alkohol, zur Lösung der Eiweißkörper Kalilauge und Essigsäure, und zum Aufhellen Chloralhydrat. Bei einigen Embryonen, bei denen eine Orientierung durch das Vorhandensein eines Farbstoffs erschwert war, so z. B. bei Anthophylli, Fruct. Ammomi, Piper, wandte ich Eau de Javelle mit gutem Erfolge als Entfärbungsmittel an. Die Benutzung von Schultzescher Flüssigkeit als Aufhellungsmittel war nur bei den Präparaten angebracht, bei denen es mir darauf ankam, den morphologischen Bau des vollkommen herausgelösten, unzerschnittenen Embryo zu beobachten. Oft schien es mir in Anbetracht der Zartheit eines Präparates nicht geboten, den Gang der oben erwähnten Analyse in Anwendung zu bringen. In solchen Fällen benutzte ich nur Aufhellungsmittel; besonders bewährte sich das von Nägeli und Schwendener empfohlene Phenol in weingeistiger Lösung.

Die Keimungsversuche mit Samen von Schoenocaulon officinale, die ich im Juni 1914 im Berner Botanischen Garten unternommen hatte, mußte ich infolge Kriegsausbruchs unterbrechen; erst jetzt, gelegentlichst der Ergänzung meiner Arbeit im Botanischen Institut der Universität Halle, konnte ich die Versuche wieder aufnehmen und so die Keimungsgeschichte weiter verfolgen.

Zeichenerklärung.

r. = Radicula; *pl.* = Plumula; *cot.* = Kotyledon; *Ss.* = Samenschale; *Sb.* = Sekretbehälter; *Sg.* = Saugorgan; *D.* = Deckelchen; *H.* = Hypokotyl; *G.* = Gefäße; *en.* = Endosperm; *ep.* = Epidermis; *rd.* = Rindenschicht; *end.* = Endodermis; *pr.* = Procambium; *m.* = Mark.

A. Die Keimlinge der Dikotyledonen.

Piper nigrum, L.

Bei den Früchten von Piper nigrum, L., die bekanntlich vor der Reife gesammelt werden, und auch bei den reifen Früchten, die den weißen Pfeffer darstellen, ist in den wenigsten Fällen der Embryo vollkommen ausgebildet nachweisbar. Selbst bei Alkoholmaterial frischer Früchte soll er nach Tschirch, da er sehr klein ist und sehr leicht schrumpft, nicht gerade leicht zu finden sein.

Bei einigen wenigen Früchten fand ich einen verhältnismäßig vollkommen ausgebildeten Embryo, wie ihn Fig. I zeigt.

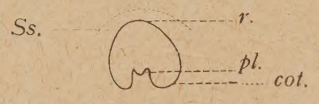

Fig. I.

Er stellt ein zartes, walzenförmiges Körperchen dar, das an der Stelle, die der Samenschale am nächsten liegt, einen stumpfen Kegel bildet, den man als die Radicula ansehen kann. Nach unten, also nach der Mitte des Samens zu, teilt sich dieses Körperchen in zwei Lappen, von denen der eine stärker und am Ende etwas abgeflacht, der andere kleiner und abgerundet erscheint. Letzterer überdacht ein wenig die einen winzigen Höcker bildende Plumula. Das Gewebe des Keimlings besteht aus außerordentlich zartwandigem, eiweiß- und ölreichen Zellen; irgend eine Differenzierung des Gewebes konnte ich bis auf die gut ausgebildeten Epidermiszellen nicht wahrnehmen.

Illicium verum, H.

In den innen glänzendrotbraunen Carpellen von Illicium verum, H. liegt der flachovale, 6—8 mm lange, rotbraune Same. Die meisten der im Handel befindlichen Samen sind taub oder

zeigen einen verkümmerten Zellinhalt; — nach neueren Untersuchungen will man gefunden haben, daß die giftigen Substanzen der als Verwechslung oder Verfälschung in Betracht kommenden Früchte, respektive deren Samen, in dem Zellkern am meisten zu finden sind, und will daher, um jede Verwechslung von vornherein zu vermeiden, gefüllte Samen vom pharmaceutischen Gebrauche ausschließen —. In dem Endosperm des Samens, das aus einem dünnwandigen, parenchymatischen Gewebe besteht, welches mit Ölplasma und Aleuronkörnern dicht erfüllt ist, liegt der sehr kleine Keimling. Er ist ein gelbbraunes, länglich gestrecktes Körperchen, das sich an dem nach der Mitte des Samens gerichteten Teil in zwei kleine Lappen gabelt. Der Teil des Embryo, der der Samenschale am nächsten liegt, die Radicula, bildet einen stumpfen Kegel; nach den Kotyledonen zu wird der Embryo allmählich breiter. Die Kotyledonen sind nicht gleichmäßig ausgebildet. Der eine ist für gewöhnlich ein schlankes Gebilde, der andere, kürzere, erscheint als ein abgerundetes Höckerchen (siehe Fig. I).

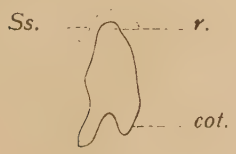

Fig. I.

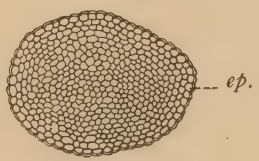

Fig. II.

Der Embryo besteht aus einem ölreichen, parenchymatischen Gewebe, das keinerlei Differenzierung zeigt. Fig. II stellt einen Querschnitt durch den Teil des Keimlings dar, der der Samenschale am nächsten liegt. Auch dieses Bild läßt nur meristimatisches Gewebe erkennen.

Laurus nobilis.

Unter der blauschwarzen, leicht zerbrechlichen Fruchtschale von Fructus Lauri, die mit der Samenschale verwachsen ist, liegt der den ganzen Samen ausfüllende Keimling, der aus dem geraden,

gegen die Mikropyle gerichteten Würzelchen, dem starken, von zahlreichen Primordialblättchen umgebenen Vegetationskegel und den beiden großen, fleischigen Kotyledonen besteht.

Die Radicula sitzt dem hypokotylen Gliede wie ein kuppelartiges Dach auf (siehe Fig. I).

Im Längsschnitte sieht man die gut ausgebildete Wurzelhaube, an der oft zahlreiche einzellige Haare verschiedener Gestalt sitzen; diese kommen übrigens auch an den jungen Blattanlagen vor. Der Procambiumzylinder, dessen Stränge in die Blattanlagen verlaufen, besteht aus langgestreckten Zellen, die die tafelförmigen Zellen des Markes umgeben. Die Blattanlagen umgeben den Vegetationskegel dachartig und stehen in dekussierten Paaren (siehe Fig. II).

Fig. I.

Die beiden starken Kotyledonen, die flach gegeneinander gerichtet sind, bestehen hauptsächlich aus zartwandigen, vieleckigen, parenchymatischen Zellen, die von einer kleinzelligen Epidermis umgeben sind. In den Zellen befindet sich Fett und Stärke. Neben den stärkehaltigen, parenchymatischen Zellen findet man auch verkorkte, ätherisches Öl führende Sekretbehälter. Das Deutsche Arzneibuch, 5. A., spricht von einem stark geschrumpften und deshalb in der Samenschale locker liegenden, dickfleischigen, bräunlichen oder braunen, harten Keimling, der in dünnwandigen Zellen, zwischen denen sich zahlreiche Sekretzellen finden, reichlich fettes Öl und kleine Stärkekörner führt. Das Pulver bestehe zum größten Teil aus dem Gewebe des Keimlings.

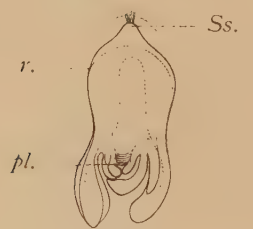

Fig. II.

Papaver somniferum, L.

Unter der netzig-grubig punktierten, gelblich-weißen Samenschale des nierenförmigen Samens von Papaver somnifer., L., in dessen konkaver Höhlung sich Raphe und Hilum befinden, liegt,

mit der Radicula dem spitzen Ende des Samens zugekehrt, der der Samenkrümmung entsprechend ebenfalls gekrümmte Embryo.

Er besteht aus der walzenförmig runden Radicula, den beiden, mit den ebenen Flächen aneinander liegenden, zusammenbetrachtet rund erscheinenden Kotyledonen und der zwischen diesen liegenden kleinen Plumula. Die Breite der beiden Kotyledonen zusammengenommen, beträgt etwas mehr, als die der Radicula. Das Gewebe des Embryo besteht aus einem dichten, kleinzelligen Parenchym; Procambiumstränge sind undeutlich ausgebildet. Die kubischen Zellen des Embryo enthalten dieselben Inhaltsstoffe wie das Endosperm (siehe Fig. I).

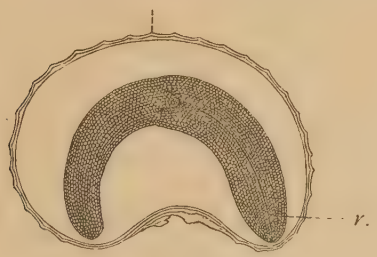

Fig. I a.

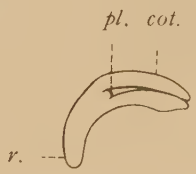

Fig. I b.

Bei der Keimung vergrößern sich die Samen um das Vierfache ihrer natürlichen Größe; das spitzere Ende, an dem die Radicula liegt, streckt sich (siehe Figur II a); nach kurzer Zeit tritt durch weitere Streckung des Hypokotyls die Radicula hervor. Nach weiteren 6—8 Tagen zieht das hypokotyle Glied die beiden schlanken Keimblättchen nach sich, die bald zartgrün werden, mit ihrer Spitze jedoch noch immer in der jetzt schlaffen Samenschale stecken (siehe Fig. II b). Schließlich streifen sie die letztere ganz ab, das Hypokotyl wendet sich in fast rechtem Winkel zur Wurzel nach aufwärts und zieht natürlich die beiden jetzt stark ergrünten Blättchen mit sich. Die Radicula und das hypokotyle Glied des gekeimten

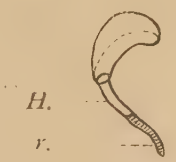

Fig. II a.

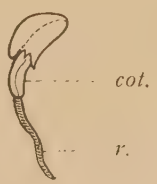

Fig. II b.

Samens werden von einem engen Gefäßbündelzylinder durchzogen, dessen beide Stränge sich kurz vor der Ansatzstelle der Keimblätter gabeln und in diese übergehen. Das schlanke, bogenförmig verlaufende, an der Spitze abgerundete Keimblatt

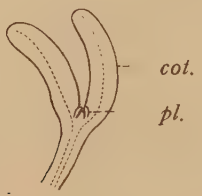

Fig. III.

Fig. IV.

wird durch diesen Strang, der fast bis in die Spitze verläuft, in zwei gleiche Hälften geteilt (siehe Fig. III).

Die Plumula, die im ruhenden Keimling ein kaum sichtbares Höckerchen bildete und nur durch seitliche Längsschnitte sichtbar wurde, hat sich jetzt zu einem kräftigen Kegel entwickelt, der von zwei Blattanlagen umgeben ist. Fig. IV zeigt ein vollkommen ausgebildetes Keimpflänzchen.

Linum usitatissimum, L.

Die Samen von Linum usitatissimum sind eiförmig, plattgedrückt. An der schmalen Kante erkennt man die Mikropyle, daneben den Nabel, von dem aus die Raphe verläuft. Entfernt man von dem im Wasser aufgeweichten Samen die Samenschale, an der das Endosperm haften bleibt, so erblickt man den weißen Embryo.

Der Embryo besteht aus der Radicula, den zwei breiten und flachen Kotyledonen und der zwischen diesen liegenden, gut ausgebildeten Plumula.

Die Radicula, die dem spitzen Samenende zugewendet liegt, ist zirka 0,5 mm dick und hat zylindrische Form.

Auf einem Flächenschnitte durch den ganzen Embryo, den man mit Chloralhydratlösung aufhellt, gewahrt man deutlich den Verlauf der Procambiumstränge, die von der Ansatzstelle der

Kotyledonen aus in das Keimblatt übergehen; und zwar treten drei Hauptprocambiumstränge deutlicher hervor. Von diesen zweigen sich zahlreiche Nebenstränge ab, die sich wiederum reichlich verzweigen. Die Hauptprocambiumstränge, deren mittlerer das Keimblatt in zwei gleiche Teile teilt, münden nicht direkt in die Blattspitze, sondern gabeln sich vorher in je zwei Äste, die wiederum zahlreiche Verzweigungen besitzen, wodurch ein reich verzweigtes Anastomosennetz entsteht. Fig. I zeigt einen Längsschnitt durch den Embryo rechtwinklig zu den Kotyledonen. Die Dicke der im Querschnitt plankonvexen Kotyledonen beträgt ungefähr 15 Zellreihen.

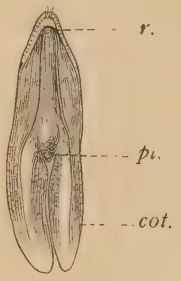

Fig. I.

An das Würzelchen schließt sich nach oben hin die Plumula an. Sie besteht aus einem stumpfen Kegel, der für gewöhnlich von zwei Blattanlagen überdacht wird. Im Verlaufe der Keimung, die epigäisch erfolgt, nimmt die Wölbung des Kegels zu, die Blattanlagen werden stärker (siehe Fig. II). Im weiteren Verlaufe der Keimung, in dem die Kotyledonen durch Streckung des hypokotylen Gliedes emporgehoben werden und nach Abstreifen der Samenschale zu ergrünen anfangen, kann man schon mit bloßem Auge die junge Blattanlage zwischen den Kotyledonen gewahren. Präpariert man diese mit der Nadel heraus und betrachtet sie unter dem Mikroskop, so sieht man den Vegetationskegel, der von zahlreichen grünen Blättchen umgeben ist (siehe Fig. III).

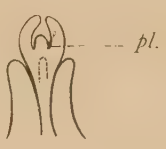

Fig. II.

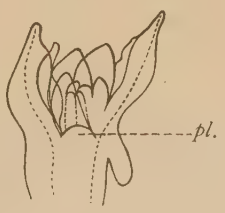

Fig. III.

Ein Querschnitt durch die Radicula des Keimlings in der Samendroge zeigt eine Reihe mehr hoher als breiter Epidermiszellen mit zarter Cuticula; auf diese folgen die parenchymatischen, unregelmäßigen Zellen der Rindenschicht, an die sich die kleinen Zellen des zentralen Procambiumstranges anschließen. Gefäßbündel sind noch nicht ausgebildet.

Auf einem Querschnitt durch die keimende Radicula, den man mit Phloroglucinsalzsäure behandelt, treten zwei sich gegenüberliegende Zellgruppen, die sich rot färben, — zwei Gefäßbündelgruppen, — hervor (siehe Fig. IV).

Das Deutsche Arzneibuch, 5. A., erwähnt den Keimling wie folgt: „Der große, weißliche oder etwas grünliche, gerade Keimling mit seinen fleischigen Keimblättern wird von einem unbedeutenden Endosperm umschlossen.... Endosperm und Keimling bestehen aus dünnwandigen Parenchymzellen, in denen fettes Öl und Aleuronkörner aufgespeichert sind. Das graugelbliche Pulver weist rotbraune Stückchen auf und ist gekennzeichnet durch die Bruchstücke des Endosperms, des Keimlings und der Samenschale....“

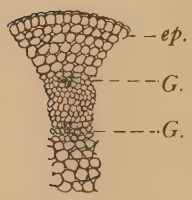

Fig. IV.

Cydonia vulgaris Pers.

Bei den Samen von Cydonia vulgaris Pers. kann man leicht zwei verschiedene Hauptbestandteile unterscheiden, nämlich eine rötlichbraune Samenschale, die sich mit dem darunter haftenden Endosperm leicht ablösen läßt, und den weißen Embryo, der aus der Radicula, die dem Nabel zugewendet ist, den beiden Kotyledonen (selten findet man drei), die flach gegeneinander gelegt sind, und der zwischen den Kotyledonen gelegenen Plumula besteht.

Die Radicula ist am unteren Ende abgerundet und mit einer Wurzelhaube versehen, die nach dem Scheitel der Wurzel zu an Breite zunimmt und aus polygonalen Zellen besteht. Die Epidermis der Radicula wird aus einer Reihe fast gleichmäßiger, prismatischer Zellen gebildet. Zwischen den Zellen der Rindenschicht bemerkt man Interzellularräume. Auf die Rindenschicht folgt die Endodermis, die aus einer Reihe fast viereckiger, verdickter Zellen besteht und das Procambium umschließt. Die Zellen des Procambiumgewebes sind im Längsschnitte langgestreckt, schiefwinkelig und an beiden Enden zugespitzt. Im

Querschnitt bildet das Procambium einen verhältnismäßig dicken Ring kleiner, rundlicher Zellen. Der Procambiumring umgibt das Markparenchym, dessen Zellen ähnlich den Zellen des Rindenparenchyms sind (siehe Fig. I). An die Radicula schließt sich nach oben hin die Plumula an. Schon bei schwacher Vergrößerung sieht man das kurze hypokotyle Glied und zwei Blattanlagen, die den gewölbten Vegetationskegel umgeben. Das Gewebe der eben genannten Organe befindet sich noch im Zustande des Urmeristems.

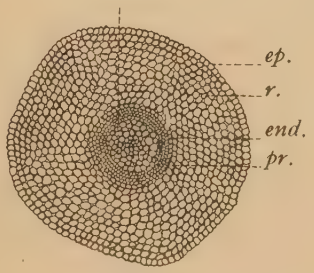

Fig. I.

Die beiden Kotyledonen liegen mit ihren ebenen Flächen aneinander; die gewölbten Flächen, also die unteren Seiten der Blätter, sind nach außen gekehrt. Die Epidermis der Oberseite der Kotyledonen sowohl als auch die der Unterseite besteht aus tafelförmigen Zellen. Der Kotyledon wird durch einen Medianstrang halbiert. Dieser

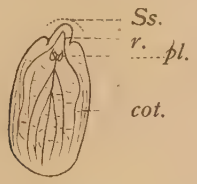

Fig. II.

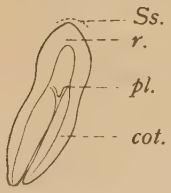

Fig. III.

sendet nach rechts und links je zwei Seitenäste aus. Parallel diesen, jedoch nicht mit ihnen verbunden, läuft rechts und links je ein Seitenstrang, der seinen Ursprung im Stengelchen hat. Untereinander sind diese Stränge durch Abzweigungen verschiedener Ordnung miteinander verbunden (siehe Fig. II). Auf Querschnitten durch die Kotyledonen unterscheidet man im Grundgewebe leicht Palisaden- und Parenchymgewebe. Fig. III zeigt einen Längsschnitt durch den Embryo rechtwinklig zu den Kotyledonen.

Reservestoffe sind im Embryo in großer Menge vorhanden; und zwar findet man fettes Öl, Aleuronkörner, die verhältnismäßig groß sind, und in diesen oft Globoide und Kristalloide.

Prunus amygdalus Stokes.

Befreit man die Samen von Prunus amygdalus St. von der dünnen, braunen, längsgestreiften Samenschale und der darunter liegenden Endospermschicht, so sieht man die zwei großen, fleischigen Keimblätter, die am spitzen Ende von der Radicula zusammengehalten werden.

Radicula, Plumula und die jungen Blattanlagen sind hier schon gut ausgebildet (siehe Fig. I). Auf einem Flächenschnitt, den man mit Äther-Alkohol entfettet und mit Chloralhydratlösung aufhellt, kann man die bei den Dikotyledonen vorherrschende Differenzierung des Meristems, wenn auch oft nicht scharf markiert, erkennen, nämlich Calyptrogen, Dermatogen, Periblem und Plerom. Der aus dem Periblem hervorgegangene innere Teil der Radicula ist schon deutlich in zwei verschiedene Gewebe, in Procambium und Mark, differenziert.

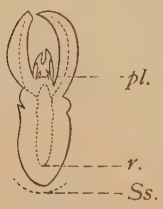

Fig. I.

Die Procambiumstränge, die in der Radicula einen Zylinder bilden und aus engen, gestreckten Meristemzellen bestehen, um-

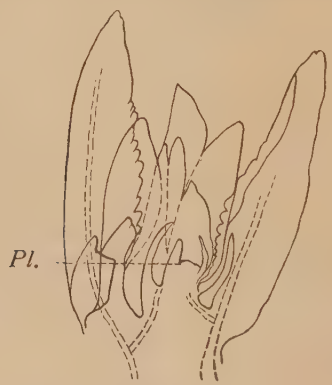

Fig. II.

Fig. III.

geben die in longitudinale Reihen geordneten, relativ dünnwandigen Parenchymzellen des Markes und gehen in die jungen Blätter über. Diese zeigen oft schon gezackte Ränder und umgeben den flachen Vegetationskegel (siehe Fig. II).

Aus Querschnitten, die man durch die Ansatzstelle der Blätter, also in unmittelbarer Nähe des Vegetationspunktes ausführt, und die man am besten mit verdünnter Phenollösung aufhellt, ersieht man, daß auch schon hier die Blättchen wie bei allen Prunusarten $^2/_5$ stehen (siehe Fig. III). Die Blättchen sind gefaltet; aus einem Querschnitt durch einen höher gelegenen Teil der Blattanlage ist dies gut ersichtlich (siehe Fig. IV). Ein Querschnitt durch eines dieser Blättchen, und zwar durch eins der beiden äußeren, die besonders kräftig entwickelt sind und gewöhnlich die kleinen Blättchen und Blattanlagen überdachen, läßt eine weitgehende Differenzierung des Blattgewebes nicht erkennen; doch sind immerhin Procambiumstränge vorhanden. Die Stelle, an der der Procambiumstrang getroffen ist, ist auf diesem Querschnitte durch ein Bündel bedeutend kleinerer Zellen gekennzeichnet (siehe Fig. V). Ein Querschnitt durch die Radicula zeigt die fast rechteckigen, hohen Epidermiszellen mit zarter Cuticula; an diese schließen sich die ovalen Zellen der Rindenschicht an, die nach der Mitte zu flacher werden und verhältnismäßig kleine Interzellularräume haben. Es folgen nun die kleinen Zellen des Procambiumringes; dieser erscheint ungleichmäßig verdickt, da die Anzahl der Zellreihen, aus denen er besteht, an mehreren Stellen nicht die gleiche ist. An acht bis neun Stellen

Fig. IV.

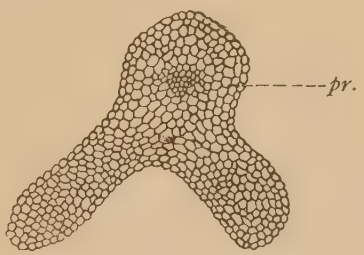

Fig. V.

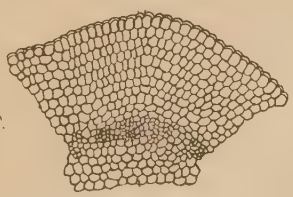

Fig. VI.

wird der Procambiumring durch größere Zellen unterbrochen, anscheinend Anlagen für die späteren Gefäße (siehe Fig. VI).

Die weißen, fleischigen, schwach konkaven Kotyledonen zeigen außen die Abdrücke der Gefäßbündel der Samenschale. Sie bestehen hauptsächlich aus einem zartwandigen, gleichmäßig ausgebildeten, mit kleinen Interzellularräumen versehenen, mit fettem Öl und großen Proteinkörnern angefüllten, parenchymatischen Gewebe, das von einer kleinzelligen Epidermis begrenzt wird. Gefäßbündelanlagen, die sogar schon einige zarte Spiralgefäße aufweisen, sind vorhanden.

Ich ließ die Samen nun auf Fließpapier, das ich jeweilig befeuchtete, unter einer Glasglocke keimen. Die Samen schwollen nach einiger Zeit stark an; nach zirka vier bis fünf Tagen bemerkte ich eine Streckung der Spitze des Samens. Die Umrisse der Radicula traten nun unter der prallen Samenschale, die durch die Spannung an mehreren Stellen aufplatzte, scharf hervor. Nach weiteren zwei Tagen durchbohrte das Würzelchen die Samenschale und verlängerte sich innerhalb zweier Tage in der Richtung der Längsachse des Samens; jetzt bog es sich im rechten Winkel mit seinem Hypokotyl nach aufwärts. Die Kotyledonen schmiegten sich an ihrer Ansatzstelle fest an das keimende Würzelchen an, so daß sie beim Heraustreten des letzteren von diesem etwas mitgezogen wurden. Im Verlauf der Keimung entfernten sie sich allmählich voneinander, und zwar so weit, daß man schon mit unbewaffnetem Auge die von zahlreichen zartgrünen Blättchen umgebene Terminalknospe wahrnehmen konnte; die Keimblätter ergrünten nun allmählich und streiften die Samenschale ab (siehe Fig. VII).

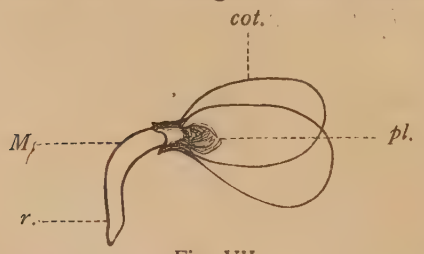

Fig. VII.

Das keimende Würzelchen hat schon ausgebildete Gefäßbündel; auf Querschnitten, die ich mit Phloroglucinsalzsäure behandelte, konnte ich acht Gefäßbündelgruppen feststellen (siehe Fig. VIII). Die Primordialblättchen des keimenden Samens zeigen schon weitgehende Differenzierungen; sie sind größtenteils von

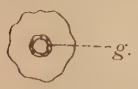

Fig. VIII.

lanzettlicher, oben abgestumpfter Form. Sie werden von einem starken, sich nach der Spitze zu verjüngenden Hauptnerv durchzogen; von diesem zweigen sich abwechselnd rechts und links im spitzen Winkel Seitennerven ab, die sich wellig nach der Spitze des Blattes zu biegen; auch diese entsenden nach beiden Seiten zarte Nerven, so daß ein reich verzweigtes Anastomosennetz entsteht.

Das Deutsche Arzneibuch, 5. A., macht über den Embryo folgende Angaben: „Prunus amygdalus, Stokes, var. physiologica amara, T. Nach dem Einweichen des Samens in heißem Wasser läßt sich die Samenschale nebst dem dünnen Endosperm als Haut von dem Keimling abziehen. Der Keimling muß nach dieser Behandlung eine rein weiße Farbe zeigen. Bittere Mandeln müssen beim Kauen stark bitter und dürfen nicht ranzig schmecken. (Amygdalae amarae.) Prunus amygdalus, Stokes, var. physiologica dulcis, T. Samen von Prunus amygdalus Stokes, die sich von den bittern Mandeln wesentlich nur durch das Fehlen des Amygdalins im Keimling und deshalb auch des bitteren Geschmackes beim Kauen unterscheiden . . . Der Keimling muß rein weiß sein. Süße Mandeln müssen mild ölig und etwas süß, nicht ranzig schmecken". (Amygdalae dulces.)

Physostigma venenosum, Balfour.

Die Samen von Physostigma venenosum, B. (Semen Calabar.) sind bohnenförmig, dunkelbraun. Fast die ganze gekrümmte Seite der Bohne wird von einer Rinne eingenommen, in der die Raphe verläuft, die sich ein wenig über die Rinne hinaus bis zur Chalaza fortsetzt.

Durchsägt man den Samen quer, so sieht man, daß die beiden weißen, in der Droge spröden Samenlappen der Samenschale dicht anliegen und zwischen sich einen weiten Spalt lassen. Am Grunde dieses Spaltes, an der Schmalseite des Samens also, liegt, der Mikropyle zugewendet, das Würzelchen (siehe Fig. I).

Dieses ist ein dreikantiges, spitzkegeliges, in der Droge sprödes Körperchen, das in ein schlankes Hypokotyl übergeht, an dessen unterem Ende der Vegetationskegel, der von lanzettlichen Blättchen umgeben ist, liegt. An der Übergangsstelle

Fig. I.

Fig. II.

zwischen Radicula und Hypokotyl sind an beiden Seiten Ausstülpungen wahrzunehmen; es sind dies die Verwachsungsstellen des Würzelchens mit den Kotyledonen (siehe Fig. II).

Es empfiehlt sich, den spröden Keimling vor dem Präparieren in warmem Wasser quellen zu lassen.

Ein Längsschnitt von der Radicula bis zur Plumula läßt die gut ausgebildete Wurzelhaube, die Epidermalzellen und die großen, tafelförmigen Markzellen, die von den langgestreckten Zellen des Procambiumzylinders umgeben werden, erkennen. Die Procambiumstränge lassen sich bis hinauf in die Primordialblättchen verfolgen, welch letztere lanzettliche Form haben und gefaltet sind; sie umgeben den verhältnismäßig großen, flachgewölbten Vegetationskegel (siehe Fig. III).

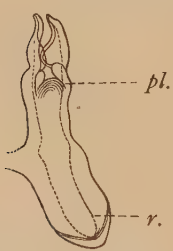

Fig. III.

Ein Querschnitt durch die Radicula, der entsprechend der Form des Embryo dreikantig ist, zeigt fast quadratische Epidermiszellen mit starker Cuticula; die Zellen der Rindenschicht sind rund bis oval, die daran anschließenden Zellen der Endodermis stark verdickt. Das kleinzellige Procambiumgewebe bildet hier einen Ring, der an vier Stellen von großen Zellen unterbrochen wird. Die großen Markzellen haben wieder die Form der Zellen der Rindenschicht.

Die Kotyledonen bestehen aus kugligen bis eiförmigen, großen Zellen; in diesen findet man rundliche, auch ovale, mit einer Längsspalte versehene Stärkekörner.

Terminalia Chebula, Retzius.

Die gerbstoffreichen Früchte von Term. Cheb., R., Fam. Combretaceen (Fruct. Myrobalani Cheb.), haben eine dattel- bis länglich birnenförmige Gestalt und sind von gelber bis tiefschwarzbrauner Farbe. Die Fruchtschale besteht aus zwei Schichten, der äußern, dunklen, nicht schwer zerbrechlichen, und der innern, blaßgelben, sehr harten, welch letztere den von einer dünnen

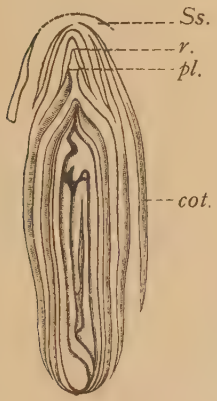

Fig. I.

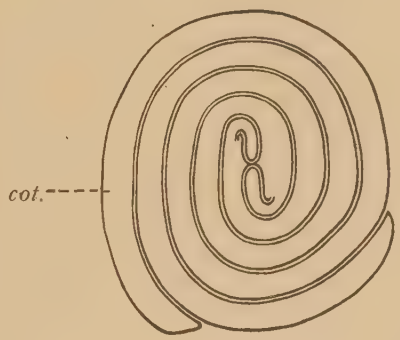

Fig. II.

Samenhaut umschlossenen endospermlosen und ölreichen Samen enthält.

Befreit man den dattelkernförmigen, $1^1/_2$ cm langen und 2—3 mm breiten Samen von der papierdünnen Samenschale, so sieht man die fleischigen, weißen, spiralig um die Längsachse gerollten Samenlappen.

Auf einem medianen Längsschnitte durch den Keimling sieht man die verhältnismäßig kurze Achse mit dem kleinen Vegetationskegel und die eigenartige Lage der beiden Keimblätter sowie die Art ihrer Anheftung an die Achse (siehe Fig. I).

Ein Querschnitt durch den mittleren Teil des Keimlings läßt die spiralige Anordnung der Kotyledonen gut erkennen. Es handelt sich hier um zwei ineinandergreifende Spiralen (siehe Fig. II).

Das Keimblattparenchym besteht aus großen, rundlichen bis ovalen, mit Interzellularen versehenen Zellen; die Epidermalzellen sind verhältnismäßig klein, rechteckig und mit einer starken Cuticula versehen.

Jambosa caryophyllus (Sprengel) Niedenzu.

Die Anthophylli sind die reifen Früchte von Jamb. car.; sie enthalten eine große, vom Samen erfüllte Zentralhöhle, in der der von einer dünnen Samenhaut bedeckte, längliche Same liegt, der sich leicht aus dem Pericarp herauslösen läßt. Dieser besteht aus den beiden großen Kotyledonen, zwischen denen sich die Radicula mit der Plumula befindet.

Die beiden harten Kotyledonen liegen nicht mit ebener Fläche aneinander, sondern greifen, da sie gefaltet sind, ineinander. Zwischen ihnen liegt, gleich einer zentralen Achse, die durchschnittlich 1,2 cm lange Radicula, die in die kleine Plumula übergeht.

Fig. I a. Fig. I b.

Betrachtet man die beiden zusammenhaftenden, einen ovalen Körper bildenden Kotyledonen, so sieht man zwischen der Berührungsfläche der Kotyledonen, und zwar an der Stelle des Samens, die unter der mit den Kelchblättern gekrönten Fruchtschale liegt, die Radicula hervortreten (siehe Fig. I a). Trennt man die beiden Kotyledonen voneinander, so zeigt sich (Fig. I b), daß die stempelartige Radicula frei liegt und nur in der Nähe der Plumula mit den Kotyledonen verwachsen ist, an ihrem entgegengesetzten Ende etwas über die Kotyledonen hinausragt und knopfartig verdickt ist. Die Radicula wird von einem Procambiumzylinder durchzogen, der seine Stränge bis in die Blattanlage verlaufen läßt. Seine langgestreckten Zellen umgeben die dickwandigen, an den Ecken collenchymatisch verdickten, getüpfelten, mit unregelmäßigen Stärkekörnern versehenen Zellen des Markes. Figur II zeigt einen von der Radicula bis

zur Plumula durchgeführten medianen Längsschnitt. Auch in den äußeren Schichten der Radicula und Plumula finden sich zahl-

Fig. II.

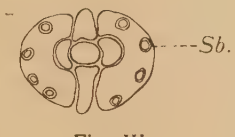

Fig. III.

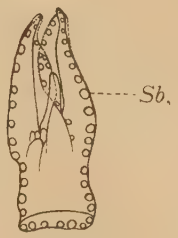

Fig. IV.

reiche ovale Sekretbehälter. Die Plumula, ein kaum wahrnehmbares Höckerchen, wird von lanzettlichen Blättchen umgeben, die in dekussierten Paaren stehen (siehe Fig. III).

Fig. IV gibt ein Bild der herauspräparierten Plumula.

Pimenta officinalis Berg.

Die Früchte von Pimenta offic. Berg. sollen vor der Reife gesammelt werden; trotzdem findet man in der ein- bis zweifächerigen Fruchtschale fast immer ein bis zwei vollkommen ausgebildete Samen. Die Samen sind rund-plankonvex und spiralförmig gedreht. Die Farbe des Samens ist schwarzbraun. Er wird fast vollkommen vom Embryo ausgefüllt.

Um den Embryo eingehend morphologisch betrachten zu können, empfiehlt es sich, ihn aus der Samenschale herauszulösen und ca. 2—3 Minuten mit Schultzescher Flüssigkeit zu behandeln. Der dunkelviolett gefärbte Embryo wird allmählich gelb und schließlich farblos. Der Embryo bildet eine Spirale, die $1^1/_2$ Windungen ausführt. Er ist kantig und an den Stellen der Spirale, die miteinander in Berührung kommen, etwas eingedrückt, an der Spitze, der Radicula, abgerundet. Die Radicula ist lang, in der Scheitelzone verhältnismäßig breit, verengert sich

allmählich und geht in das hypokotyle Glied über, das am Ende die beiden kleinen Samenlappen trägt, die eine lanzettliche Form haben. Die Kotyledonen befinden sich danach im Zentrum der Spirale. Schon jetzt sieht man die Procambiumstränge in der Radicula durchschimmern. Auf einem Flächenschnitte, den man nach dem Entfetten mit Äther-Alkohol und Aufhellen in Eau de Javelle in Chloralhydratlösung betrachtet, kann man den Verlauf der Procambiumstränge, die hier einen Zylinder bilden, von der Radicula durch die ganze Spirale bis zur Ansatzstelle der Keimblättchen verfolgen, von wo aus sie in diese übergehen; zwischen ihnen befindet sich ein stumpfkegelförmiges Höckerchen, die Plumula (siehe Fig. I).

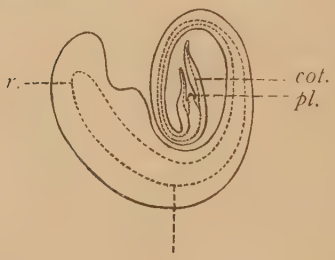

Fig. I

Betrachtet man die Radicula auf einem Querschnitte, so sieht man die flachen, kleinen Epidermiszellen; darunter liegen, in kleinen Zwischenräumen voneinander entfernt, die großen Sekretbehälter. Miteinander verbunden sind letztere durch ein Gewebe langgestreckter Zellen. Die Rindenschicht besteht aus regelmäßig ausgebildeten, eng aneinanderschließenden, parenchymatischen Zellen. An die Rindenschicht schließt sich ein Ring bedeutend kleinerer, gleichmäßig geformter und verdickter Zellen, die Endodermis, an. Diese umgibt den Procambiumring, der hier aus einer dünnen Reihe außerordentlich kleiner Zellen besteht. Der Procambiumring zeigt an mehreren Stellen verdickte

Fig. II.

Fig. III.

Zellbündel (schwankend zwischen 8—10), aus denen sich später die Gefäße entwickeln dürften. An die Zellen des Procambiumringes schließen sich nach innen die Zellen der Markschicht an,

die nicht gleichmäßige Form haben und in der Mitte der Markschicht bedeutend größer sind als in der Nähe des Procambiumringes. Fig. II zeigt einen Querschnitt durch den Embryo, der die Spirale viermal trifft.

Bei einem Querschnitt durch die Samenschale konnte ich zwischen Samenschale und Embryo in einer Zellreihe, deren Zellen stark zusammengedrückt waren, einen Endospermrest feststellen (siehe Fig. III).

Umbelliferen.

Die Embryonen aller Umbelliferen zeigen fast die gleiche Form; sie unterscheiden sich nur in der Größe. So ist z. B. nach Harz[1]) der Achsenteil des Embryo von Carum Carvi, L. 0,9 mm lang, 0,26 mm dick, die Kotyledonen 0,88 mm lang. Der Embryo von Fruct. Petroselini ist fast ebenso groß; der von Fruct. anisi bis 1,7 mm lang, 0,3 mm dick; der von Fructus Foeniculi bis 1,76 mm lang, wovon 0,76 mm auf die Kotyledonen, 0,98—1 mm auf das Achsenorgan kommen. Der Durchmesser des letzteren beträgt bis zu 0,24 mm.

Sie liegen im oberen, spitz zulaufenden Teil des Samens. Die Radicula ist gegen das Mikropylarende des Ovulums zu gerichtet; die Kotyledonen decken sich zur Hälfte (siehe Fig. I).

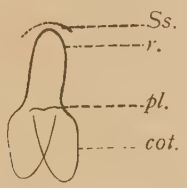

Fig. I.

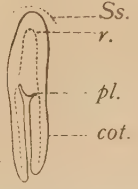

Fig. II.

Sie sind entweder weiß oder gelblichbraun; oft findet man, daß der eine Kotyledon bedeutend länger ist als der andere. Auf Längsschnitten, die man derart ausführt, daß man das Messer

[1]) Harz, Landwirtsch. Samenkunde. (Berlin, Parey 1885).

zwischen die Kotyledonen setzt und es bis an die Radicula durchzieht, ist an der Stelle, an der man die Plumula vermutet, nur eine wellig verlaufende Linie wahrzunehmen. In Längsschnitten durch den Keimling, die man im rechten Winkel zu den Kotyledonen ausführt, sieht man die Plumula in Form eines kleinen Höckerchens. Die Radicula bildet einen spitz zulaufenden Kegel und wird von einem Procambiumzylinder durchzogen, dessen Stränge in die Keimblättchen übergehen (siehe Fig. II).

Gewöhnlich ist der Umbelliferenembryo besonders deutlich ausgebildet bei Foeniculum capillaceum Gilb. Er ist ca. 1,75 mm lang, wovon über die Hälfte auf das Achsenorgan kommen; der Durchmesser des letzteren beträgt ca. 0,25 mm. Es treffen für ihn dieselben Verhältnisse zu, die ich für alle Umbelliferenkeimlinge angab. Hirsch[1]), der sich mit dem den Keimling von Foenic. capill. Gilb. umgebenden Gewebe und dessen Funktionen im ruhenden und keimenden Samen beschäftigt hat, gibt darüber folgendes an:

1. „Das um den Embryo befindliche, helle, stark aufgequollene Gewebe vertritt hier bei der Keimung die Funktion eines Saugorgans, indem es in dem aufgequollenen Zustande eine dichte Verbindung der Epidermiszellen des Embryo mit dem übrigen Endospermgewebe vermittelt und, die aufgelösten Stoffe aus demselben aufnehmend, dem Embryo zuführt.

2. Der durch Auflösung des um und über dem Embryo befindlichen, teils kollabierten, teils intakten, aus isodiametrischen Zellen bestehenden, die Mitte des Samens einnehmenden Gewebes gebildete Spalt dient dazu, den Kotyledonen Raum zum Wachstum zu schaffen und die Aufnahme der Nährstoffe zu vermitteln und zu beschleunigen;

3. war es nicht unwahrscheinlich, daß die radiale Anordnung, die mehr oder weniger gestreckte Form der Endospermzellen gegen den zentral gelegenen Embryo hin in einer ernährungsphysiologischen Bedeutung zu letzterem steht, indem die bei der Keimung aufgelösten Stoffe des Endosperms die von

[1]) Unters. über die Frage: Welche Einrichtungen bestehen behufs Überführung der in dem Speichergewebe des Samens niedergelegten Reservest. in den E. bei der Keimung? (Berlin 1890.)

den Zellgängen vorgezeichneten Bahnen wandern und von dem kollabierten, dicht um den Embryo befindlichen, stark in Quellung begriffenen Gewebe, diesem zugeführt werden".

Die Kotyledonen des Fenchelkeimlings haben eine lineallanzettliche Form und werden von je drei Procambiumsträngen durchzogen, deren einer in der Mitte verläuft; die beiden andern laufen den Rändern entlang. Sieht man von der Epidermis der Ober- und Unterseite ab, so besteht das Blättchen aus fünf Zellschichten. Die an die Epidermis der Oberseite angrenzenden Zellen stehen in einer dichten Schicht; sie sind senkrecht zur Epidermis etwas länglich gestreckt. Die Mesophyllzellen sind hauptsächlich von länglicher Form und stehen in lockerem Zusammenhang. Die Epidermis der Oberseite besteht aus großen, dünnwandigen Zellen; die Zellen der Epidermis der Unterseite sind kleiner und zeigen Spaltöffnungen.

Die Zellen des Keimlings zeigen im allgemeinen eine Anordnung in Längsreihen.

Strychnos nux vomica, L.

Weicht man den scheibenförmigen Samen von Strychnos nux vomica, L. in Wasser ein, so läßt er sich leicht in zwei Hälften zerlegen, zwischen denen der wohlausgebildete Keimling, etwas in das Endosperm eingedrückt, liegt. Mit bloßem Auge kann man die beiden herzförmigen Kotyledonen und das längliche Würzelchen, das am Ende keulenförmig verdickt und gegen die Mikropyle des Samens gerichtet ist, erkennen.

Der Kotyledon wird in der Mitte von einem geraden Hauptnerv durchzogen, der ihn in zwei gleiche Teile teilt; er mündet in die Blattspitze. Die sekundären Nerven entspringen an der Blattbasis. Von jeder Seite des Hauptnervs gehen drei Sekundärnerven in schwach bogenförmigem Verlaufe nach dem Blattrande zu. Die Nerven höherer Ordnung zweigen fast rechtwinklig ab und bilden so ein reich verzweigtes Anastomosennetz. Die Nerven führen Procambiumstränge. Das Gewebe des

Blattes besteht aus einem kleinzelligen Parenchym. Auf dem Querschnitte markiert sich die Epidermis deutlich von dem übrigen Gewebe, indem man Assimilationsgewebe und Mesophyll noch nicht unterscheiden kann.

Nicht selten findet man im Embryo drei Kotyledonen. In diesem Falle liegt der dritte Kotyledon, mehrfach zusammengefaltet, zwischen den beiden anderen. Er zeigt im übrigen, abgesehen davon, daß er dünner ist, den gleichen Bau und dieselbe Form.

Führt man einen Flächenschnitt durch den Embryo derart aus, daß man das Messer zwischen die Kotyledonen steckt und

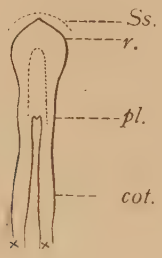

Fig. I.

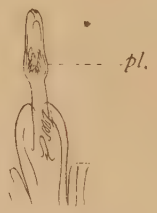

Fig. II (nach Voda.)

es bis an die Radicula durchzieht, so kann man an der Ansatzstelle der Kotyledonen, an der man die Plumula vermutet, wenn man von einer wellig verlaufenden Linie absieht, keine Differenzierung wahrnehmen. Erst in einem sorgfältig ausgeführten, im rechten Winkel zu den Kotyledonen orientierten Längsschnitte gewahrt man die Plumula zwischen der Ansatzstelle der Kotyledonen in Form eines winzigen Höckers (siehe Fig. I).

Voda,[1]) auf dessen Keimungsgeschichte von Strychnos nux vomica, L. ich verweise, kann erst im sechsten Keimungsstadium, also bei einem $^1/_4$ Jahr alten Pflänzchen, eine geringe Differenzierung der Plumula bemerken. Er führt aus: „Die Plumula zeigt jetzt erst einige Differenzierung, ist aber noch immer ein kleines, nur mikroskopisch zu studierendes Gebilde; sie wird von zwei hinfälligen Schutzblättchen eingehüllt. Durch

[1]) Anatom. entwicklungsgeschichtl. Unters. einiger pharmakognost. wichtiger Pflanzen. (Zürich 1912.)

Spaltung aus dem kegelförmigen Vegetationspunkte entstehen die ersten Laubblätter". Erst im siebenten Keimungsstadium, das eine Pflanze von $^1/_2$—$^3/_4$ Jahr darstellt, nimmt er eine weitgehende Differenzierung der Plumula wahr, wie sie in Figur II veranschaulicht wird.

Ein Querschnitt durch die Radicula zeigt die fast ebenso hohen wie breiten Epidermiszellen mit zarter Cuticula, darunter die unregelmäßig ausgebildeten Zellen der Rindenschicht mit verhältnismäßig großen Interzellularen. An die Rindenschicht schließt sich ein dicker Procambiumring an, der aus zartwandigen, bedeutend kleineren Zellen besteht. Bei einigen Präparaten fand ich im Procambiumring 7—8 stärker ausgebildete Zellgruppen, vermutlich die späteren Gefäßbündel. Mit Phloroglucinsalzsäure behandelt, gaben sie jedoch keine Rotfärbung. Der Procambiumring umschließt die Zellen der Markschicht, die den Zellen der Rindenschicht ähnlich sind.

Die Zellen des Embryo enthalten Aleuron und viel fettes Öl.

Das Deutsche Arzneibuch, 5. A. beschreibt den Keimling folgendermaßen: „ . . . Die Hauptmasse des Samens besteht aus einem hornartigen, etwas durchscheinenden, weißlichen oder weißgrauen Endosperm, das mit einer kreisrunden, spaltenförmigen Höhlung versehen ist und den geraden, ungefähr 7 mm langen Keimling umschließt. Dieser kehrt sein dickes Würzelchen dem oft etwas zugeschärften Samenrande zu, an dem sich hier eine zäpfchenförmige Erhöhung befindet, während die beiden herzförmigen Keimblätter in die Höhlung des Endosperms hineinragen".

Strychnos Ignatii Bergius, Ignatia amara L. f.

Diese auf den Philippinen einheimische, strauchartige Loganiacee trägt kürbisartige, vielsamige Beeren. Die Samen sind verschieden gestaltet, eiförmig oder länglich, unregelmäßig gerundet bis kantig, an einem Ende mit dem deutlich hervortretenden Nabel versehen, mattbraun, kahl oder stellenweise mit hellbraunen Haaren bedeckt. Das Endosperm ist hornartig, in der Mitte der Länge nach gespalten.

Entsprechend der Vielgestaltigkeit des Samens ist auch die Form des Keimlings vielgestaltig. Figur III zeigt die meist vorkommenden Formen.

Der Keimling nimmt hier $^3/_4$ der Länge des Samens ein. Die Kotyledonen sind meist länglich, eiförmig bis herzförmig.

Fig. III.

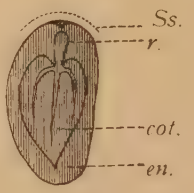

Fig. IV.

Sie werden in der Mitte von einem geraden Hauptnerv durchzogen, der sie in zwei gleiche Teile teilt; er mündet in die Blattspitze. An der Blattbasis entspringt rechts und links von diesem je ein Seitennerv, der in bogenförmigem Verlaufe nach dem Blattrande zugeht (siehe Fig. IV). Diese sind durch Nerven niederer Ordnung miteinander verbunden. Auf Querschnitten sieht man, daß die Keimblätter vollkommen blattartig ausgebildet sind und sogar schon in ihren Gefäßbündeln Spiralgefäße aufweisen können.

Die Samen sind alkaloidreicher (1,5 % Strychnin, 0,5 % Brucin) als die offizinellen und waren in früheren Arzneibüchern offizinell.

Ungiftig dagegen sind die Samen von

Strychnos potatorum, L.,

deren Embryo sowohl im Aussehen als auch in seiner Lage im Endosperm dem von Strychnos n. v. gleicht. Er ist, entsprechend der Größe seines Samens, etwa um die Hälfte kleiner als der Keimling von St. n. v. Seine morphologischen und anatomischen Verhältnisse entsprechen ebenfalls denen des eben genannten Keimlings; jedoch ist das auch hier herzförmige Keimblättchen meistens nur von fünf Hauptnerven durchzogen (siehe Fig. V).

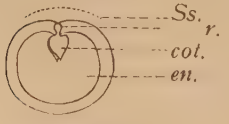

Fig. V.

B. Die Keimlinge der Monokotyledonen.

Schoenocaulon officinale, Schlechtendal.

Das Deutsche Arzneibuch, 5. A., verlangt vom Sabadillsamen, daß er länglich-lanzettlich bis lanzettlich, 5—9 mm lang, bis 2 mm dick, am einen Ende abgerundet, am andern scharf zugespitzt, etwas gekrümmt, unregelmäßig kantig sei, mit fein längsrunzeliger, glänzend schwarzbrauner, dünner Samenschale. Auf einem medianen Längsschnitt wäre mit der Lupe zu erkennen, daß unter der sehr dünnen Samenschale ein umfangreiches, hornartiges, weißliches bis graubräunliches Endosperm liegt, das an der abgerundeten Basis einen kleinen Keimling umschließt.

Präpariert man den Embryo vorsichtig heraus und betrachtet ihn in Chloralhydratlösung unter dem Mikroskope, so sieht man

Fig. I.

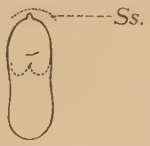

Fig. II.

einen walzenförmigen Körper, dessen der Samenschale benachbarter unterer Teil an seiner Basis eine kleine Ausstülpung erkennen läßt. Nach der Mitte des Samens zu verjüngt sich dieser Körper (siehe Fig. I).

Fast ebenso oft wie den eben beschriebenen Keimlingstypus findet man auch ein Gebilde, das sowohl unten als auch in dem Teil, der der Mitte des Samens zugerichtet ist, gleich breit ist und nur in seiner mittleren Partie eine schwache Einschnürung zeigt (siehe Fig. II).

Beide Typen lassen in der der Randschicht benachbarten Hälfte des Keimlings eine zarte Kontur erkennen, die man wie durch einen Schleier durchschimmern sieht.

Wirkt nun die Chloralhydratlösung längere Zeit auf das Präparat ein, so kann man wahrnehmen, daß speziell aus der mittleren Partie des Keimlings nach der einen Längsseite des Samens zu große Mengen Stärke und fettes Öl herausquellen. Der Keimling hat noch immer die Form einer Walze, läßt jedoch jetzt in der Mitte einen Zapfen erkennen; und auch in dem unteren, der Randschicht benachbarten Teil, ist insofern eine Veränderung vorgegangen, als die anfänglich abgerundete basale

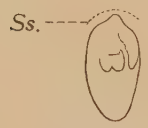

Fig. III.

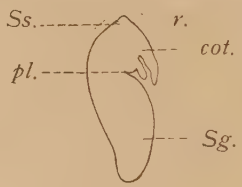

Fig. IV.

Partie des Keimlings nun deutlich auf beiden Seiten Einschnürungen zeigt und ein spitz zulaufendes Kegelchen bildet (siehe Fig. III).

Wirkt die Chloralhydratlösung weiter auf das Präparat ein, so sieht man schließlich, nachdem weitere Mengen von Stärke und Fett herausgequollen waren, daß der ursprünglich formlose Keimling wohl differenziert ist (siehe Fig. IV).

Procambiumstränge konnte ich im Keimling nicht finden. Waren bei einigen Keimlingen Anfänge solcher vorhanden, so war deren Verlauf noch so undeutlich, daß eine Bestimmung der Organe des Keimlings nach dem Verlauf der Procambiumstränge unmöglich ausgeführt werden konnte.

Die Deutung der einzelnen Teile des Keimlings, analog den Keimlingen ähnlicher Typen (z. B. desjenigen von Guzmannia tricolor, Tschirch: Scitamineen sam. Taf. 25, Fig. 73) wäre folgende: Der Teil des Embryo, der der Samenschale am nächsten liegt und immer durch ein markant ausgebildetes Kegelchen gekennzeichnet ist (Fig. IV r.), ist die Radicula, das keulenförmige, mitten im Endosperm steckende Gebilde, das Saugorgan im engeren Sinne; an dieses schließt sich, nach der Richtung der Radicula

zu, ein in zwei Zapfen gespaltenes Organ an, das ein schwach gewölbtes Kegelchen umgibt. (Bei Guzmannia tricolor ein Zapfen.) Es ist dies der sich in zwei Zapfen spaltende Kotyledon, der die Plumula umschließt. Saugorgan und Kotyledon bilden eine Einheit.

Um obige Deutung auf ihre Richtigkeit zu prüfen, unternahm ich Keimungsversuche. Die im Handel befindlichen Samen sind meist nicht mehr keimfähig. Durch das Drogenhaus Caesar und Loretz, Halle a. S., dem ich auch an dieser Stelle für sein bereitwilliges Entgegenkommen danke, erhielt ich Samen Sabadillae letzter Ernte, mit denen mir die Keimungsversuche glückten.

Die Samen wurden 1914 im Warmhaus des Berner Botanischen Gartens in einem Gemisch von Torf und Sand (Sägespähne-S.) bei einer Temperatur von 35° C. + zum Keimen gebracht. Das erste Keimungsstadium konnte ich noch hier, die

Fig. I.

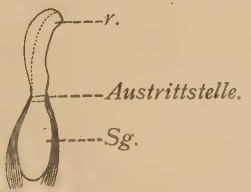

Fig. II.

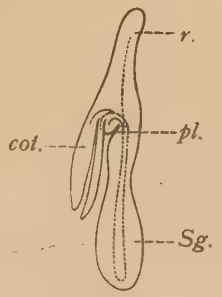

Fig. III.

Tafel I.

weiteren erst 1918 im Botanischen Garten der Universität Halle beobachten. Es war mir interessant, festzustellen, daß die Samen nach vierjährigem Lagern noch keimungsfähig waren.

Genau nach drei Wochen trat das Würzelchen aus (siehe Taf. I, Fig. I). Fig. II zeigt einen in diesem Stadium vollkommen herauspräparierten Keimling, dessen oberer, aus dem Samen herausgetretener Teil stielrund, der im Samen stecken gebliebene, das Saugorgan, verbreitert und flach ist. Ein medianer Längsschnitt durch den Keimling dieses Stadiums (Fig. III) läßt folgendes erkennen: Das Saugorgan hat sich stark vergrößert und ist bis über die Mitte des Samens vorgedrungen; der aus dem Samen herausgetretene Teil umfaßt die Plumula mit dem be-

scheidenden Kotyledon und die Radicula. Vom Saugorgan geht ein Gefäßbündelzylinder aus, dessen Stränge sich kurz über der Austrittsstelle des Keimlings aus dem Samen einander nähern, jetzt nach der Plumula und dem Kotyledon abzweigen, aber auch nach der Radicula (wenn auch undeutlich) verlaufen.

Tafel II, Fig. I und II zeigt das zweite Keimungsstadium; das Hypokotyl ist stark verdickt, knieförmig gebogen; die Radicula hat sich bedeutend verlängert. Ein medianer Längsschnitt durch den Keimling dieses Stadiums läßt in der knieförmigen Biegung den von zwei hinfälligen Blattanlagen umgebenen Vegetations-

Fig. I. Fig. II. Fig. III. Fig. IV.

2. Stadium. 3. Stadium.

Tafel II.

Fig. V.
4. Stadium.

kegel erkennen. Aus Fig. II ist ersichtlich, daß sich an dem Hypokotyl ein Höckerchen gebildet hat. Aus der Keimblattscheide ist inzwischen, wie Fig. II veranschaulicht, ein röhrenförmiges Gebilde geworden.

Das dritte Keimungsstadium (Fig. III u. IV) zeigt in Fig. III, daß aus dem in Figur II ersichtlichen Höckerchen die Laubblättchen durchgebrochen sind, die sich in Fig. IV aufgerichtet

zeigen. In diesem Stadium ist die röhrenförmige Kotyledonarscheide gut zu erkennen.

Fig. V (viertes Keimungsstadium) stellt ein fertiges Keimpflänzchen dar, bei dem die Stellung der beiden grünen, schwertförmigen Blättchen ersichtlich ist. Ferner geht aus der Figur hervor, daß das Verbindungsstück zwischen Scheide und Saugorgan sich fadenförmig ausgebildet hat; die Samenschale hängt schlaff herunter.

Die Verbindung zwischen Keimpflänzchen und Samen bleibt vermutlich so lange bestehen, bis das Saugorgan aus dem Samen alle Reservestoffe herausgesogen hat und mit ihm abstirbt.

Colchicum autumnale, L.

Die reifen Samen von Colchicum autumnale, L. erreichen einen Durchmesser von ca. 3 mm. Sie sind unregelmässig gestaltet und von dunkelbrauner Farbe. An dem Mikropylarende sitzt die Caruncula. Die Testa umschließt ein gleichmäßig hartes Endosperm, in dem der Embryo dem Chalazaende genähert liegt. Hin und wieder trifft man ihn jedoch auch mehr der Mikropyle genähert an.

Fig. I.

Der Embryo bildet ein kleines, walzenförmiges, am Chalazaende breites, sich nach der Mitte des Samens hin etwas verjüngendes Körperchen. Fig. I zeigt die am meisten vorkommenden Keimlingstypen von Colchicum autumnale.

Der durchschnittlich 0,5 mm lange, 0,2 mm breite Keimling zeigt an der der Samenschale benachbarten Stelle eine Ausstülpung, die Radicula. Während das übrige Gewebe des Embryo noch nicht differenziert ist und nur aus kleinen, mit Protoplasma und wenig Stärke gefüllten Zellen besteht, zeigt das Gewebe der Radicula schon einen, dem typischen Wurzelgewebe ähnlichen Charakter. Von der Mikropyle bis zum Radicularende des Keimlings, an der Stelle, an der der Samenträger gelegen

hat, zieht sich ein geschrumpfter Zellfaden hin, der mit einer großen Menge Stärke angefüllt ist.

Der Embryo ist nur scheinbar formlos. Auf einem medianen Längsschnitte (Fig. II) gewahrt man einen verhältnismäßig langen Zapfen, der der einen Längsseite des Embryo parallel läuft; es dürfte analog dem Embryo von Schoenocaulon officinale der Kotyledon sein, der mit dem Saugorgan im engeren Sinne in Verbindung steht. Procambiumstränge sind noch nicht ausgebildet. Keimungsversuche, die ich mit den Samen von Colchicum autumnale unternahm, mißglückten. Es war mir daher nicht möglich; meinen Befund auf diese Weise nachzuprüfen.

Fig. II.

Das Deutsche Arzneibuch, 5. A., kennzeichnet die Lage des Keimlings wie folgt: „Die dünne Samenschale umschließt ein dichtes, hornartiges, grauweißliches Endosperm. In diesem liegt der sehr kleine, gerade Keimling nahe an der Samenschale, schräg gegenüber dem Nabelstrangrest".

Areca catechu, L.

Das Deutsche Arzneibuch, 5. A., beschreibt den Samen folgendermaßen: „Die reifen, möglichst vollständig von den Resten der Fruchtwand befreiten Samen von Areca catechu, L. Arecasamen ist stumpf kegelförmig oder seltener mehr oder weniger abgeflacht kugelig, stets mit einer etwas verbreiterten Grundfläche versehen. Auf dieser liegt, etwas abseits von der Mitte, der hellere, halbkreisförmige Nabel, von dem zahlreiche, die Samenschale durchziehende Leitbündel auslaufen und dem häufig noch Faserreste anhängen. Neben dem Nabel, über der Mitte der Grundfläche, findet sich eine kleine Höhlung, in der mitunter noch der winzige Keimling angetroffen wird. . . . Stellt man einen Längsschnitt durch den sehr harten Samen her, so erkennt man in der Nähe der Grundfläche die Höhlung des winzigen Keimlings und darüber, in der Mitte des Samens, eine mehr oder weniger zerklüftete Höhlung".

Ein Flächenschnitt durch den basalen Teil des Samens läßt in der Mitte der Samenschale ein kreisrundes, scheibenförmiges, rotbraun gefärbtes, deckelartiges Gebilde erkennen, das gerade über dem Würzelchen des Keimlings liegt und beim Einquellen des Samens sich deckelartig abhebt. Es ist dies die Austrittsstelle des Würzelchens bei der Keimung (Fig. I). E. Pfitzer unterscheidet (Br. d. D. Bot. Ges., 1885, 3) nach Art und Beschaffenheit dieser Austrittsstelle drei Gruppen: „1. es ist gar keine bestimmte Austrittsstelle des Embryo vorgebildet, so daß die das Endosperm umhüllenden Schichten einfach durchbrochen oder gesprengt werden, oder es ist 2. an einer bestimmten Stelle die harte Steinschale von weicherem Fasergewebe durchsetzt, welches der hervordringende Keimling durchwachsen muß, oder es ist endlich 3. vor dem letzteren ein bestimmt umschriebenes Stück der Steinschale derartig beschaffen, daß es bei der Keimung leicht deckelartig abgesprengt wird, und sich so dem Embryo der Weg ins Freie eröffnet". Areca cat. würde hiernach in die Abteilung 3 gehören.

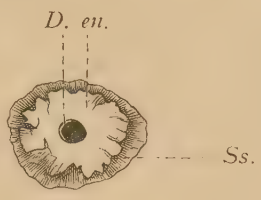

Fig. I.

Fig. II.

Hebt man dieses Deckelchen vorsichtig ab, so gewahrt man ein hellbraunes, knopfartiges Körperchen, das nach dem Herauspräparieren einen kegelförmigen Ansatz sehen läßt. Es ist der kegelförmige, stark geschrumpfte Keimling (siehe Fig. II).

Fig. III zeigt den Typus eines Palmenkeimlings aus frischem Samen (gez. nach Martius Historia naturalis Palmarum), der erkennen läßt, wie weit der Keimling in der Droge geschrumpft ist. An der Basis dieses Kegels sieht man die kleine Radicula, etwas höher, seitlich, die Plumula; der übrige Teil des Gebildes ist der Kotyledon.

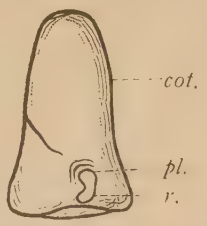

Fig. III.

Oft fehlt auch im Keimling der Droge der kegelartige Fortsatz; in diesem Falle zeigt der Keimling eine wellige Verdickung (siehe Fig. IV).

Fig. V zeigt einen Längsschnitt, ausgeführt von der Basis nach der Spitze des Kegels, der zwar die Plumula schneidet, die Radicula jedoch, entsprechend ihrer etwas seitlichen Lage zur Plumula, nicht getroffen hat. Der kegelartige Fortsatz des Keimlings, resp. beim Fehlen desselben die wellige Verdickung, zeigen keine wesentliche Differenzierung; sie bilden, entsprechend der Figur nach Martius, den Kotyledon, der von einem Procambiumzylinder, dessen Stränge nach dem basalen Teil des Keim-

Fig. IV.

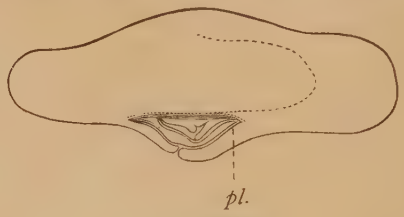

Fig. V.

lings führen, durchzogen ist. Die Spitze des Kegels wäre dann also das Saugorgan im engeren Sinne, sein basaler, die Knospe umschließender Teil, die Keimblattscheide, die nach dem Verlauf der Procambiumstränge mit dem Saugorgan im Zusammenhang steht. Saugorgan und Keimblattscheide bilden eine Einheit, den Kotyledon.

Tschirch,[1]) der das Verhalten des Saugorgans der Palmen bei der Keimung beobachtete, gibt an, daß sich das Saugorgan bei der Keimung stark vergrößert und bei allen den Samen, die ein albumen ruminatum besitzen, vielfach zerteilt, indem lebhaftes Wachstum an zahlreichen einzelnen Vegetationspunkten einsetzt und die so gebildeten Lappen in dem hellen Endosperm zwischen den Samenhautfalten vordringen. Besonders schön wäre dies bei Areca Catechu zu beobachten.

Bei den von mir beschriebenen monokotylen Keimlingen und auch bei vielen hier nicht erwähnten, die ich vergleichshalber untersucht habe, konnte ich demnach feststellen, daß das im Samen haften bleibende Saugorgan und der die Plumula bescheidende Teil ein einheitliches Organ bilden; der weitverbreiteten

[1]) Physiolog. Stud. ü. d. S., insbes. d. Saugorgane derselben; Ann d. Jard. d. Buitenzorg.

Ansicht, daß das Saugorgan, der Kotyledon, und das die Knospe umhüllende Organ das erste Blatt sei, kann ich mich nicht anschließen.

Anatomische und morphologische Beschaffenheit von Testa, Perisperm, Endosperm und Embryo, des letzteren Gestalt, Lage und sonstige Eigentümlichkeiten lassen sich oft in vorteilhafter Weise systematisch verwerten. Für die moderne Pharmakognosie, die die Samendrogen eingehend beschreibt, deren Keimling jedoch meist nur flüchtig skizziert, dürfte auch die genauere Kenntnis des Keimlings von Interesse sein.

Wenn es mir auch in Anbetracht der Kleinheit der Keimlinge und in Anbetracht der Tatsache, daß sie sich oft nur in geschrumpftem Zustande in der Samendroge vorfinden, nicht immer möglich war, diese so eingehend, wie es wünschenswert gewesen wäre, zu beschreiben, so konnte ich doch in der vorliegenden Arbeit feststellen, daß der oft als „formlos“ oder „nicht in allen Teilen entwickelt“ bezeichnete Embryo meist wohl differenziert in der Samendroge vorliegt.

Lebenslauf.

Ich, Martin Ruben, mosaischen Glaubens, wurde am 24. Juni 1885 in Strelno (Prov. Posen) als Sohn des Kaufmanns Rudolph Ruben geboren. Nach Besuch der Elementarschule und des Thorner Gymnasiums widmete ich mich dem Apothekerberufe, studierte in München und Braunschweig Pharmacie, bestand in Braunschweig das pharmazeutische Staatsexamen und studierte darauf von 1912 bis zum Kriegsausbruch in Bern Pharmakognosie. Nach Ablegung der Reifeprüfung am Stettiner Gymnasium im Jahre 1915 bestand ich am 8. Juni 1918 in Halle a. S. das Rigorosum.

Die vorliegende Arbeit wurde 1912—14 auf Veranlassung des Herrn Professor Tschirch geschrieben, mußte jedoch infolge Kriegsausbruchs unterbrochen werden und wurde im April 1918 gelegentlich eines zu diesem Zwecke bewilligten militärischen Urlaubs ergänzt und teilweise geändert.

Ich danke Herrn Professor Tschirch an dieser Stelle für seine Unterstützung und seinen Rat.

Gleichzeitig möchte ich Herrn Professor Karsten meinen verbindlichsten Dank abstatten für sein bereitwilliges Entgegenkommen, das mir ermöglichte, die Arbeit in seinem Institut unter seiner Anleitung zum Abschluß zu bringen.